

**MODELAGEM TRIDIMENSIONAL DE UMA ESCOLA “SUSTENTÁVEL”: AVALIAÇÃO
BIOCLIMÁTICA DO EDIFÍCIO****Lima M.L.*, Rocha C.L.**, Lima T.V.*****

* Professora Dra do Curso Técnico de Computação Gráfica, IFPE (Instituto Federal de Pernambuco), av. Fagundes Varela, 375, Jardim Atlântico, Recife-PE, CEP 53140-080, Brasil, livia.lima@olinda.ifpe.edu.br

**Aluno do Curso Técnico de Computação Gráfica, IFPE (Instituto Federal de Pernambuco), av. Fagundes Varela, 375, Jardim Atlântico, Recife-PE, CEP 53140-080, Brasil, lucas-costa-@outlook.com

***Ex aluna do Curso Técnico de Computação Gráfica, IFPE (Instituto Federal de Pernambuco), av. Fagundes Varela, 375, Jardim Atlântico, Recife-PE, CEP 53140-080, Brasil, vaniklima@gmail.com

<https://doi.org/10.34637/cies2020.2.2139>

RESUMO

A arquitetura contemporânea apesar de publicizar a sustentabilidade, foca o desempenho ambiental e não busca tratar a sustentabilidade holisticamente. O artigo tem como objetivo investigar a qualidade bioclimática de edifício escolar situado no litoral brasileiro (cidade de Recife-PE), que publiciza promover a sustentabilidade através do edifício. Para o desenvolvimento da pesquisa foi realizado o percurso metodológico: Coleta documental e pesquisa bibliográfica do colégio; Visita ao colégio; Aprofundamento teórico sobre qualidade ambiental e arquitetura bioclimática; Análise bioclimática do colégio. O edifício foi projetado com o intuito de apresentar um bom desempenho sobre o ponto de vista ambiental, no entanto deixa a desejar quanto ao quesito consumo de energia. Constatou-se que a sustentabilidade do edifício parece ser uma estratégia de publicidade e de busca pela qualidade ambiental, do que a efetiva promoção da sustentabilidade a partir da visão holística.

PALAVRAS-CHAVE: Escola, Desempenho ambiental, Bioclimatismo.

ABSTRACT

Contemporary architecture despite the sustainability of advertising, seal or environmental performance and does not seek to treat sustainability holistically. The article fears to investigate the bioclimatic quality of a school building located on the Brazilian coast (city of Recife-PE), which announces promoting sustainability through the building. For or development of the research carried out or methodological process: Queue of documents and bibliographic research of the school; Visit or school; Theoretical foundations of environmental quality and bioclimatic architecture; Bioclimatic analysis of the school. Or the building was designed as a way to perform in terms of the environmental point of view, I did not want to discard any amount of energy consumption. It appears that the building's sustainability appears to be an advertising strategy and search for environmental quality, in order to effectively promote sustainability from a holistic point of view.

KEYWORDS: School, Environmental performance, Bioclimatism.

INTRODUÇÃO

A qualidade de um ambiente escolar está relacionada desde o corpo técnico capacitado as características do espaço físico da escola, sendo fundamentais para o bom desempenho dos alunos. A configuração física do ambiente escolar e a adaptação do estudante a este meio exercem grande influência na evolução do aprendizado, podendo ser uma importante aliada ou uma dificultadora no desenvolvimento do estudante, dependendo do conforto gerado.

No contexto das edificações escolares, principalmente as públicas, pode-se observar uma padronização buscando uma racionalização construtiva onde o único interesse é o baixo custo com a obra. Poucas escolas, notadamente as escolas privadas, tem uma preocupação com a qualidade dos espaços físicos, assim como, com o conforto térmico dos usuários. Uma das formas de obter o conforto térmico seria a utilização de refrigeração por vias passivas, sem a utilização de meios mecânicos.

Pode-se dizer que a arquitetura contemporânea apesar de publicizar a sustentabilidade, foca o desempenho ambiental, sobretudo na redução do consumo de energia, através de soluções que promovam o aproveitamento dos recursos naturais (ventilação e iluminação natural), com os dispositivos bioclimáticos. O edifício não é analisado dentro de uma forma holística a partir de oito dimensões segundo Sachs (1993, 1997, 2000a) (ambiental, social, econômica, ecológica, cultural, espacial, política nacional e política internacional), onde as dimensões se relacionam, interagem e se sobrepõem, afetando-se e condicionando-se mutuamente. Compreende-se por desempenho ambiental se refere a redução do consumo de energia, durabilidade, funcionamento do edifício (garantir cargas mínimas para a comunidade) e gestão das águas e dos resíduos. Um dos princípios do desempenho ambiental está na promoção da arquitetura bioclimática.

O termo “arquitetura bioclimática” surgiu na década de 1960, a partir de pesquisas de Aladar e Victor Olgyay (OLGYAY, 1998). Esta consiste na adequada e harmoniosa relação entre ambiente construído, clima e seus processos de troca de energia, tendo como objetivo final o conforto ambiental humano. Mais do que parte do movimento ecológico mundial que se seguiu posterior, o bioclimatismo é uma das concepções que mais reforçam e contribuem para a eficiência térmico-energética de um edifício.

Compreende-se a arquitetura bioclimática como a adequação do edifício às condições climáticas da região em que se encontra o empreendimento, proporcionando a eficiência térmica energética do edifício. É desta forma que se acredita que a utilização dos arranjos bioclimáticos, baseando-se no aproveitamento dos recursos passivos (naturais) de climatização dos espaços edificados quando o rigor do clima não é extremo, favorece diretamente no conforto térmico dos edifícios.

O aproveitamento da ventilação e da iluminação natural na edificação subsidiará uma redução do consumo de meios mecânicos de refrigeração e de iluminação, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do ambiente construído. A bioclimatologia trata da relação entre o usuário e as condições climáticas, de modo que a arquitetura se torne um “filtro” das condições exteriores, com a adequada envoltória.

A construção de edificações bioclimáticas, adaptadas ao clima local, seja através do uso de novos materiais ou através de estratégicos arranjos arquitetônicos, implicariam em uma diminuição do uso de meios artificiais para obtenção do conforto térmico. A inadequação do edifício ao clima regional pode proporcionar a sensação de desconforto térmico dos usuários, acarretando a diminuição no rendimento das atividades desenvolvidas no seu interior, além do desperdício energético (GIVONI, 1991).

Em regiões de clima quente e úmido, como é o caso de Recife, a ventilação natural associada à proteção solar constitui o meio mais eficiente de se obter conforto térmico por vias passivas, isto é, sem o uso de equipamentos mecânicos (ALLUCI, 1988; ARENS, 1984, ASHLEY, 1984). A ventilação natural afeta consideravelmente as condições de conforto térmico de determinado ambiente, por acelerar as trocas térmicas entre o homem e o meio, bem como as condições microclimáticas no interior e em torno das edificações, por acelerar as trocas térmicas por convecção entre as envoltórias e o ar.

Para análise do edifício foi realizada a modelagem tridimensional do edifício que irá auxiliar na análise dos arranjos construtivos, pois as maquetes virtuais dão parâmetro de visualização, já que são construções tridimensionais de qualquer objeto. Para este trabalho em específico foi escolhido o *software* de modelagem 3D, *Sketchup*, já que é um software intuitivo e de fácil utilização. Para ter um resultado mais realista dos detalhes do edifício, pode-se utilizar alguns *Plug-ins*, como é o caso do *Vray*. O *Sketchup* permite simular a iluminação natural de acordo com a orientação do edifício, podendo ser analisado os dispositivos de proteção solar das aberturas.

O artigo tem como objetivo investigar a qualidade bioclimática de edifício escolar situado no litoral brasileiro (cidade de Recife-PE), que publiciza promover a sustentabilidade através do edifício. Será avaliado se os dispositivos bioclimáticos funcionam efetivamente e se há uma redução de meios mecânicos de refrigeração com a implementação desses elementos. Torna-se cada vez mais necessário que a arquitetura contemporânea incorpore preceitos do bioclimatismo, a fim de proporcionar por meio de vias passivas, o conforto térmico dos usuários.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da pesquisa foi realizado o seguinte percurso metodológico para alcançar os objetivos da pesquisa:

1. Coleta documental e pesquisa bibliográfica do colégio

Neste primeiro momento foi realizada uma coleta documental (dissertação de mestrado) e pesquisa bibliográfica do colégio, no a intenção inicial seria construir um “Ecoprédio”, que fosse projetado de forma que atendesse aos preceitos da sustentabilidade e qualidade ambiental do edifício. O projeto chegou a receber prêmio premiação Diamante pela qualidade “sustentável” do edifício. A escola está localizada no bairro do Rosarinho, zona Norte da cidade do Recife-PE (Brasil ver Fig. 1).



Fonte: Google Earth (2017).

Fig. 1. Localização da escola na Região metropolitana de Recife

Fonte: Pereira (2019).

2. Visita ao colégio

O edifício possui dois módulos: Módulo 1 – salas de aula, biblioteca, sala de artes, auditório, coordenação, etc.; Módulo 2 – quadra esportiva, estacionamento, cantina, pátio de recreação etc. Ver Fig. 2. No edifício é possível ver na fachada principal a utilização do material da Isoeste (Módulo 2) e ACM (Módulo 1), como também alguns dispositivos bioclimáticos: brises horizontais, telhado verde e placas solares na cobertura (ver Fig. 3).



Fig. 2. Vista aérea do edifício da escola.

Fonte: Pereira (2019).

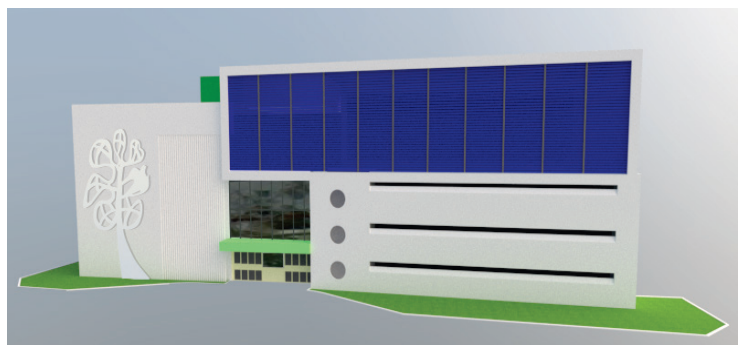


Fig.3. Modelo 3D renderizado da fachada norte com termobrisas do colégio base para a pesquisa.

Fonte: o autor.

Foi realizada uma visita técnica no edifício, onde conheceu os três pavimentos do edifício e todas as salas de aula estão posicionadas na mesma orientação (leste- no módulo 1, ver Fig. 4, 5, 6 3 7. Foi realizado levantamento fotográfico, que auxiliou na modelagem 3D, além de averiguar se há alterações na edificação em relação ao projeto arquitetônico. Como produto dessa etapa há um acervo arquitetônico (através da digitalização do projeto em 2D e 3D) do edifício escolar.



Fig. 4. Modelagem do pavimento térreo, mostrando as salas.
Fonte: Pereira (2019).



Fig. 5. Modelagem do primeiro pavimento, mostrando as salas.
Fonte: Pereira (2019).

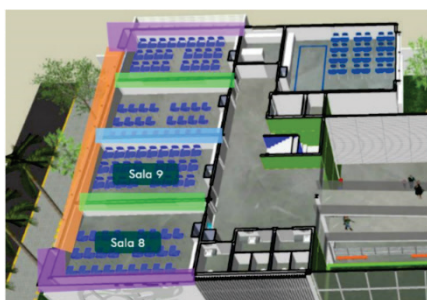


Fig. 6. Modelagem do segundo pavimento, mostrando as salas.
Fonte: Pereira (2019).

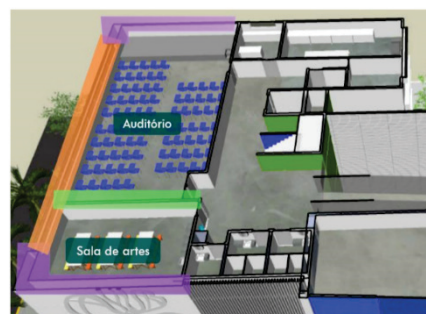


Fig. 7. Modelagem do terceiro pavimento, mostrando as salas.
Fonte: Pereira (2019).

3. Aprofundamento teórico sobre qualidade ambiental e arquitetura bioclimática.

O aprofundamento teórico sobre qualidade ambiental e arquitetura bioclimática permitiu a conceituação e os principais preceitos que envolvem cada uma das abordagens. O entendimento destes conceitos resultou como produto uma leitura crítica dos dispositivos bioclimáticos do edifício escolar.

4. Análise bioclimática do colégio.

Com a análise arquitetônica do colégio e o aprofundamento teórico acerca dos principais aspectos que foram analisados (qualidade ambiental e princípios bioclimáticos), será possível através da modelagem tridimensional da obra realizar uma análise crítica do edifício. O intuito foi entender quais as soluções projetuais adotadas pelo arquiteto que concebeu o edifício promoveu ou não uma melhoria na qualidade ambiental, influenciando nas condições de conforto térmico, através de vias passivas pelo usuário. Tais soluções foram importantes para gerar um efeito plástico no volume do edifício.

RESULTADOS

A construção do edifício foi pensada de forma que o transporte e o resíduo de construção utilizado fosse o mínimo possível. Para a separação e vedação das paredes foi utilizado *drywall*. De acordo com Fernandes *et al.* (2018), a técnica, que supera o método convencional em termos de eficiência, rapidez e custo, compreende um sistema com placas de gesso acartonado fixadas a perfis metálicos e que são geralmente recheadas com algum material isolante (lã de vidro, lã de rocha, espuma de poliuretano, dentre outros). No caso da edificação em estudo, o *drywall* se tratava de um sistema composto de duas placas de gesso de 10 mm de espessura e uma camada interna composta de OSB (painel de tiras de madeira orientadas). O piso utilizado foi do tipo concreto polido. Embora também emita CO₂ na sua fabricação, o piso de concreto polido é capaz de reduzir a emissão do gás poluente em até 310,97 kg/m², o que equivale a 29,68% de redução em comparação ao piso com revestimento cerâmico, de acordo com Dezen-Kempton *et al.* (2018). O uso de materiais como o forro mineral, a madeira OSB, os painéis isoestes e o teto verde promoveram ainda bons resultados tanto do ponto de vista térmico quanto acústico.

O clima da cidade do Recife é caracterizado por ser quente e úmido com chuvas de outono a inverno, iniciadas nos meses de março, e por possuir isotermas que variam entre 22 °C e 26 °C, apresentando elevada umidade relativa do

ar, com valores médios anuais superiores a 84%, segundo a classificação climática de Köppen (ALVARES *et al.*, 2014). A orientação do edifício é um dos fatores mais decisivos quanto a sua qualidade bioclimática. Constatou-se na planta do pavimento térreo que foi priorizado o posicionamento das salas de aula no nascente (Cor azul, ver Fig. 8), no qual recebe as ventilações dominantes da região (Nordeste e Sudeste), enquanto os demais ambientes foram menos privilegiados localizados no poente (Cor laranja e amarelo, ver Fig. 8) uma maior exposição solar ao longo de toda a tarde. No pavimento térreo está localizado no poente (área em laranja) a cantina e as mesas do refeitório (e jogos de totó), o que não favorece a longa permanência dos alunos nesse local, tendo em vista o calor transmitido pelas paredes para dentro do ambiente.

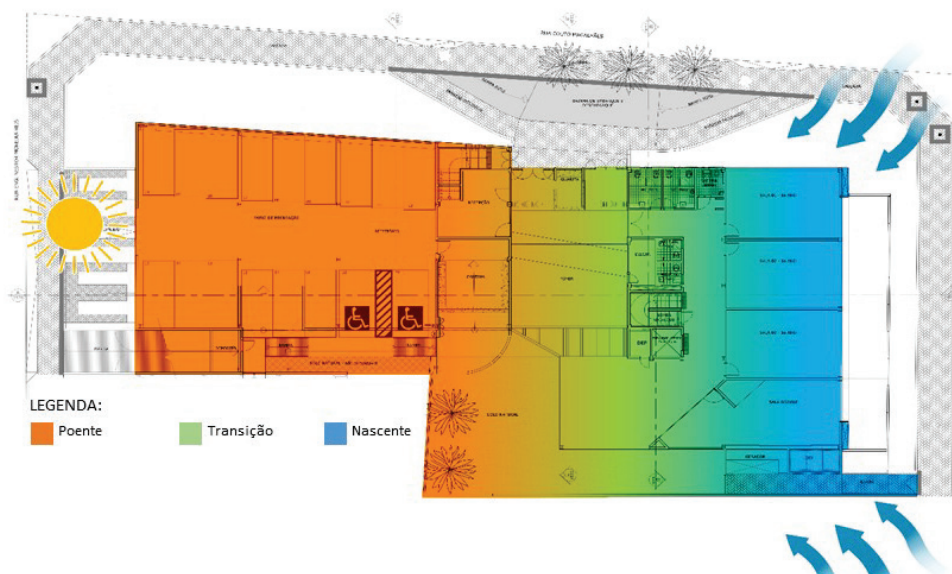


Fig. 8. Planta Baixa do térreo com indicações de incidência de ventilação e insolação.

Fonte: o autor.

A exposição poente se repete nos outros pavimentos que estão na cor laranja (ver Fig. 9), sendo no primeiro e no segundo pavimento estão localizadas as garagens, não havendo grande desconforto aos usuários, pois a passagem pelo local é transitória. As áreas em tom de amarelo são rampas de acesso do módulo 2 ao módulo 1, havendo na sua cobertura um telhado de policarbonato, que permite a entrada da iluminação natural, no entanto é um material que emite muito calor.

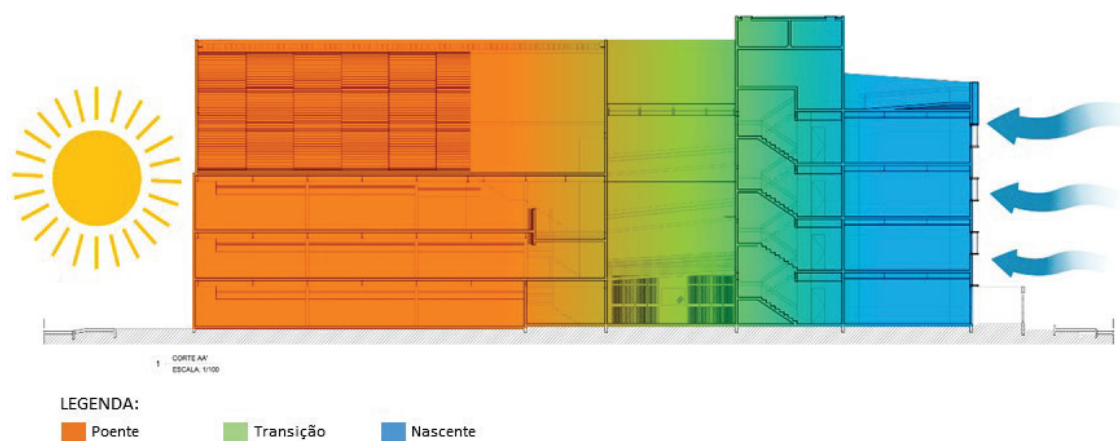


Fig. 9. Corte da edificação com indicações de incidência de ventilação e insolação.

Fonte: o autor.

No entanto, na mesma localização poente (cor laranja), há no terceiro pavimento uma quadra esportiva que possui nas fachadas Norte e Sul brises horizontais móveis (Fig. 10), indicado para o tipo de incidência solar e podendo

regular de acordo com a penetração solar no ambiente. Os termobrisas são envoltos por material de superfície lisa, o mesmo de asas de avião (aluzinc) com a injeção de espuma de poliuretano em seu interior, apresentam proteção termoacústica, além de auxiliar na iluminação e na ventilação naturais, chegando a uma altura de 2,30 m (Pereira, 2019). Devido a orientação poente, a quadra não foi privilegiada quanto a ventilação dominante (Nordeste e Sudeste). A coberta da quadra possui telhas termoacústicas, que auxilia na retenção do calor e o controle do ruído dentro do ambiente. Outro dispositivo interessante é o uso do lanternim na faixa central da quadra, o que ajuda na entrada da iluminação natural, reduzindo o uso desenfreado de energia nesse ambiente (ver Fig. 11).

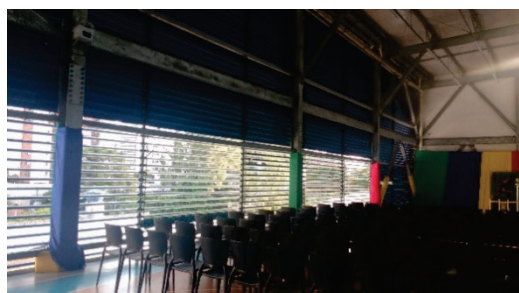


Fig. 10. Brises da quadra
Fonte: o autor.

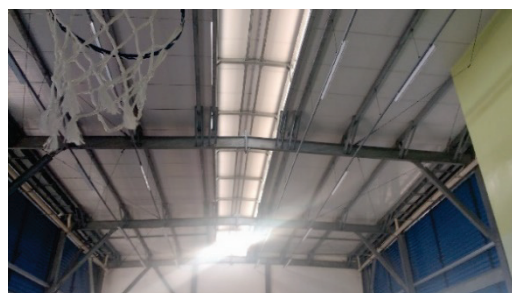


Fig. 11. Lanternim na coberta da quadra
Fonte: o autor.

No térreo há salas como a recepção e a guarita de maior permanência por parte dos funcionários, para receber visitantes e alunos com frequência. Estas salas estão em uma orientação sem a incidência da ventilação natural dominante (Nordeste e Sudeste). A sala recepção é climatizada, utilizando meios mecânicos de refrigeração. A guarita apesar de não ser refrigerada sua fachada é protegida pela marquise localizada na fachada principal da escola. Neste mesmo pavimento há o *foyer* local utilizado para recreação das crianças, com vários brinquedos. É uma área sombreada pelo próprio edifício e usufrui da ventilação sudeste. Poderia ser uma área um pouco maior, tendo em vista, a utilização por todos os alunos do edifício. No pavimento térreo, assim como nos outros pavimentos, há três banheiros justapostos com aberturas para o exterior, permitindo a renovação do ar. Os outros dois banheiros posicionados, localizados próximo a escada e elevador, não possuem aberturas para a área externa, necessitando a utilização de exaustores mecânicos (ver Fig. 12).



Fig. 12. Planta do pavimento térreo com ambientes centralizados
Fonte: o autor.

As salas de aula estão orientadas à leste nos três pavimentos, usufruindo da ventilação predominante na região que são à nordeste e sudeste (ver Fig. 13). As únicas aberturas estão localizadas nas zonas de maior pressão (à barlavento), no entanto não existem aberturas na localização oposta a essas janelas, que seriam as zonas de menor pressão (à sotavento) que possibilitaria uma efetiva ventilação cruzada, resultando uma ventilação insuficiente (ver Fig. 14). É possível supor que a decisão de não criar a abertura voltada para a circulação deve-se ao comprometimento da acústica, tendo em vista que haveria vazamento de ruídos dos alunos para dentro do ambiente. Entretanto, seria possível gerenciar horários com menor trânsito dos alunos pelos corredores e com o posicionamento de aberturas de

entrada e saída de ar que pudessem promover a ventilação cruzada, melhorando o desempenho da ventilação natural, a fim de promover o conforto térmico e uma redução no consumo de energia elétrica.



Ilustração 13. Salas de aula posicionadas à leste

Fonte: o autor.

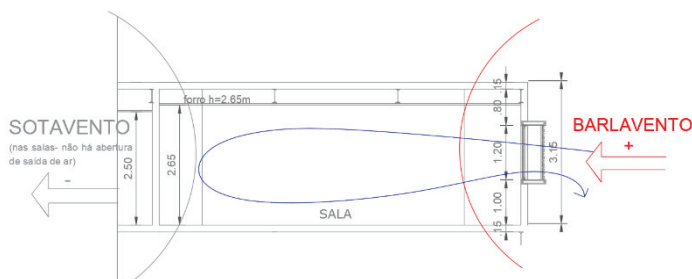


Ilustração 14. Corte de uma sala de aula e o desenho da ventilação.

Fonte: o autor.

Como as janelas são de correr, por exemplo: uma abertura de 1m^2 há uma perda de 50% do fluxo de ar, tendo em vista que a mesma só abrirá metade da abertura. Janelas com duas folhas de abrir, ou pivotantes e ainda com venezianas, permitem que o fluxo de ar seja aproveitado próximo a 100% do tamanho da janela. Ou seja, a escolha do tipo de esquadrias e posicionamento podem ter uma distribuição e um incremento de velocidade dentro do ambiente, que podem promover o incremento do conforto térmico dos alunos. Outro aspecto observado nas salas são o tipo de forro. O forro escolhido é do tipo mineral e por se tratar de um material poroso apresenta uma maior capacidade de absorção do som (Formolo *et al.*, 2017).

Nas salas há também protetores solares nas janelas, os brises horizontais fixados à leste que protegem da incidência solar direta. As escolhas do tipo de brises (horizontal, vertical ou misto) é em função da orientação da fachada. E a escolha por brises horizontais foi ideal, tendo em vista que a fachada leste a incidência solar é do nascer do sol (baixo) podendo ser controlado pelo brises. Com inclinação de 45° em relação a horizontal e, espaçamento de 10 cm entre os brises fixos e de 14 cm entre os termobrisés, eles protegem o ambiente interno da radiação direta nas esquadrias (PEREIRA, 2019). O funcionamento dos brises poderiam ser otimizados se pudessem ser móveis e regulados ao longo da manhã, possibilitando assim, um controle mais efetivo da incidência direta dos raios solares.

Na cobertura do prédio há uma pequena horta orgânica, cultivadas pelos funcionários e incentivado pelos alunos o estímulo ao plantio, cultivo e consumo nas aulas práticas da escola. Esses produtos são utilizados pela cantina e o adubo vem da compostagem que é supervisionada pelos funcionários conta com a participação dos estudantes no processo, conscientizando sobre as maneiras de se aproveitar os resíduos orgânicos para a criação de um solo ideal para plantação de diversas espécies. No telhado estão localizadas placas solares fotovoltaicas, responsável pelo abastecimento de 40% da energia do edifício, no entanto, há um desconto no valor no custo de energia nos 60% do valor adicional (ver Fig. 15). Outro elemento são os telhados verdes, que é uma estratégia projetual interessante, pois deveria diminuir a temperatura do ar dentro do ambiente, em relação a outros materiais de construção convencionais (concreto ou telhas), uma vez que estes apresentam maior condutividade se comparados aos tetos verdes, que possuem maior resistência térmica e são isolantes (WILLES, 2014). Também há um reservatório de aproveitamento de água da chuva, esta que é utilizada nas descargas, jardins e outras atividades de limpeza do colégio.



Legenda:

14 – Inversores instalados, com 27,6 kW e 5,8 kW de potência.
15 – Laboratório de visitação para os alunos: painéis fotovoltaicos, 126 módulos policristalinos no total.

16 – Telhado verde com aproximadamente 120m^2 .

Ilustração 15. Detalhe de alguns dispositivos localizados na cobertura

Fonte: Pereira (2019).

Outra prática que promove a prática ambiental é a coleta de lixo seletiva, onde todo o colégio separa seus lixos e estimula alunos e pais a levarem outros tipos de lixos (óleo, pilhas, eletrônicos, cartões, dentre outros), ou seja, qualquer descarte, no qual a prefeitura recolhe semanalmente. O colégio estimula diariamente essas práticas, seja na decoração de Natal com materiais de sucata, brinquedos e copo de papel reciclado. A educação ambiental é uma prática didática e pedagógica da prática de ensino do colégio, o que é bastante positivo na formação dos alunos, tendo em vista que essas práticas ainda não foram incorporadas diariamente por todos os brasileiros.

CONCLUSÃO

O aspecto que chama atenção pela robustez do prédio é o quantitativo de salas de aula, perfazendo um total de nove (exceto salas do *Google*, artes, auditório e biblioteca), pois se esperava um número superior. Parte do módulo 1 do edifício estão locadas as salas de aula, havendo praticamente dois pavimentos do módulo 2 de estacionamento. O núcleo central do edifício está a circulação vertical e os serviços de alimentação e administrativos.

O edifício foi projetado com o intuito de apresentar um bom desempenho sobre o ponto de vista ambiental, que foi desde as escolhas dos materiais, até a orientação do edifício. Constatou-se todo o esforço dos projetistas nas diretrizes adotadas, no entanto deixa a desejar quanto ao quesito consumo de energia. O edifício ainda é muito dependente do ar-condicionado, não havendo quantidade e disposição das esquadrias de forma que favoreça a ventilação cruzada e reduza o consumo de energia elétrica. Como sugestão para a própria edificação se tornar sustentável do ponto de vista do conforto ambiental, pode-se indicar o uso de materiais absorventes acústicos (lã de vidro), no interior das vedações verticais internas, assim como priorizar e aumentar as aberturas para promover maior renovação do ar no ambiente interno.

Constatou-se que a sustentabilidade do edifício parece ser uma estratégia de publicidade e de busca pela qualidade ambiental, do que a efetiva promoção da sustentabilidade a partir da visão holística. Os prêmios de “sustentabilidade” do Ecoprédio são fortes instrumentos de *marketing* da escola. No entanto, o mérito da escola está no seu compromisso com a preocupação na formação dos alunos, através da implementação de cultivo de resíduos orgânicos, capacidade de reduzir, reutilizar e reciclar, envolvendo os mesmos no ensino e nas práticas de responsabilidade social com o meio ambiente.

BIBLIOGRAFIA

ALLUCCI, M. (1998). *Crêterios Relativos ao Atendimento das Exigências de Ventilação na Habitação*. In: Tecnologia da Construção, IPT/Divisão de Construção. Ed IPT/Pini, São Paulo.

BUSTOS ROMERO, M. A. (2001). *Arquitetura bioclimática do espaço público*. Editora Universidade de Brasília, Brasília.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C, GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. (2014). *Köppen’s climate classification map for Brazil*, v. 22, n. 6, p. 711–728, Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart.

DEZEN-KEMPTER, E.; AMARAL, E. S.; GOMES, A.; VILHENA, M.; OLIVEIRA, L. V. N.; ROSSI, B. C. A. (2018). *O uso de BIM na avaliação da energia incorporada e emissões de CO² de materiais reciclados e convencionais*. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17. p.3752-3760. ENTAC, Foz do Iguaçu.

FORMOLO, B. F.; ISOTON, C. A.; SANTOS, M.; FESTUGATO, T.; SANTINI, G. (2017) *Acústica escolar utilizando soluções sustentáveis*. In: CONGRESSO DE PESQUISA E EXTENSÃO DA FSG, 5., p.789-802, Caxias do Sul: FSG.

GIVONI, B. (1991). *Performance and Applicability of Passive and Low Energy Cooling Systems*. In: Energy and Buildings, vol. 17, pp. 177-199. Lausanne: Elsevier Sequoia.

OLGYAY, V. (1998). *Arquitetura y clima*. Manual de diseño para arquitectos y urbanistas. Gustavo Gilli, Barcelona.

PEREIRA, A.P. (2019). *Avaliação de conforto acústico e térmico*. Estudo de caso: edifício escolar verde no município de Recife-PE. 241f. Dissertação de mestrado. Escola Politécnica (UPE), Recife.

SACHS, I. (1986, 1993, 1997, 2000^a). *Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir*. 1986. 280 p. Vértice, São Paulo, – ———. *Estratégias de transição para o século XXI*. In: BURSZTYN, M. (Org.). *Para pensar o desenvolvimento sustentável*. Brasiliense, São Paulo. ———. *Desenvolvimento numa economia mundial liberalizada e globalizante*:

um desafio impossível. Estudos Avançados, v. 11, n. 30, Universidade de São Paulo, São Paulo. _____. *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond, 2000^a.

WILLES, J. A. (2014). *Tecnologias em telhados verdes extensivos: meios de cultura, caracterização hidrológica e sustentabilidade do sistema*. 70f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de São Paulo, Piracicaba.